

Monitoraggio Gestione Invasi: proposte ed esperienze lombarde

Clara Bravi – Regione
Lombardia

Pietro Genoni – ARPA
Lombardia

Il progetto di gestione - obiettivi

- Pianificazione ed attuazione delle operazioni di **gestione del materiale sedimentato nell'invaso (svaso, sfangamento, spurgo)**.
- Assicurare **il mantenimento e ripristino della capacità di invaso**, garantire il **funzionamento degli organi di scarico** e nel contempo assicurare la **salvaguardia della qualità dell'acqua invasata e del corpo recettore**.
- Definire sia il **quadro previsionale delle operazioni**, sia le **misure di prevenzione e tutela** del corpo ricettore, dell'ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche.

Le manovre di gestione dei sedimenti **non devono pregiudicare gli usi in atto a valle dell'invaso, né il rispetto degli obiettivi di qualità ambientale e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione.**

Il monitoraggio delle operazioni che implicano rilascio di sedimenti a valle

DM 30/06/2004:

art. 3 comma 4. Nel caso di rilascio a valle dei sedimenti, il progetto di gestione indica anche [...] i sistemi di monitoraggio del corpo idrico ricettore a valle dello sbarramento prima, durante e dopo le operazioni di svaso ovvero di spurgo;

Art 8 comma 1. Nell'ambito del piano di tutela [...] le regioni prevedono misure per la tutela delle acque invasate e per il monitoraggio ambientale dei corpi idrici a monte e a valle dello sbarramento. Nel piano di tutela [...] sono stabilite le modalità per il controllo prima, durante e dopo le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo.

→ **Linee guida regionali**

Collaborazione Regione – ARPA Lombardia

Da dove partiamo: ricerca e confronto con altre regioni

Regione Lombardia - Quaderno della
ricerca n. 90 (Luglio 2008)

**Definizione dell'impatto degli svasi dei
bacini artificiali sull'ittiofauna e
valutazione di misure di protezione**

+

Gruppo di lavoro ISPRA per la definizione
di "Criteri e metodologie di valutazione
per le attività di gestione e
movimentazione dei sedimenti delle
acque interne" (2008-2010)

**Linee guida redazione progetti di
gestione degli invasi (in bozza)**



Da dove partiamo: esperienze Lombarde

Dal 2006 ad oggi

- 30 operazioni specifiche, di cui 22 in Valtellina
- Coinvolte 13 dighe (es. 8 fluitazioni di sedimento dall'invaso di Valgrosina)
- Almeno 650.000 m³ di sedimento rilasciato a valle



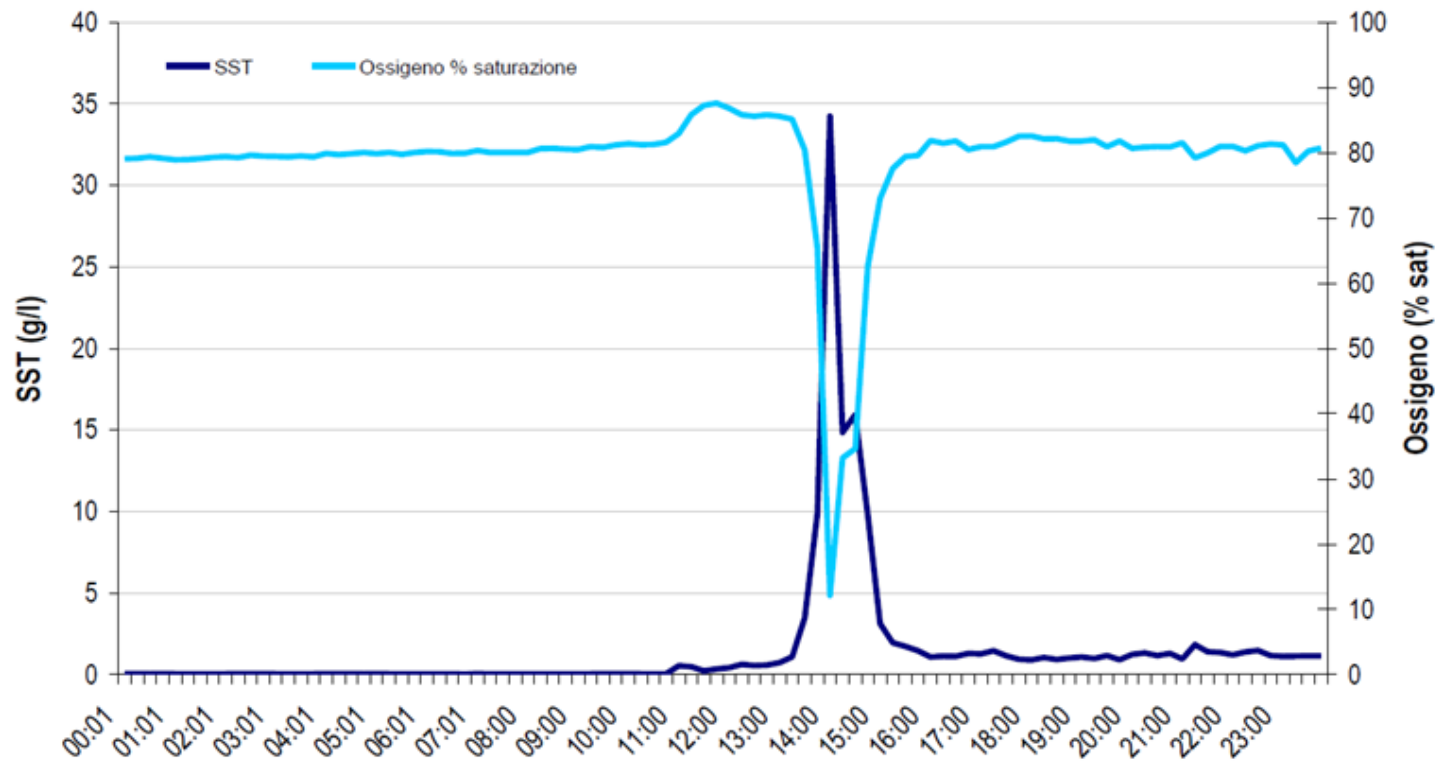
Piano di monitoraggio: obiettivi

1. **Misurare il volume di sedimento** movimentato e trasferito a valle dell'invaso;
2. **valutare lo stato di interrimento dell'invaso al termine dell'operazione** (spessori e disposizione planimetrica del sedimento);
3. **misurare i parametri chimici e fisici nelle acque** nel corso delle operazioni, in riferimento ai limiti fissati;
4. determinare lo stato dei corpi idrici interessati, **valutare gli effetti** ecologici e morfologici delle operazioni (entità, durata ed estensione spaziale) e gli effetti delle misure di prevenzione e/o mitigazione degli impatti;
5. valutare i tempi di recupero degli ecosistemi;
6. ricavare **dati utili alla programmazione delle operazioni future.**

Monitorare durante le operazioni

Verifica qualità acque e rispetto dei limiti

Regolazione delle operazioni



Enel Produzione, 2011

Area di influenza

Estensione dei corpi idrici a valle dell'invaso su cui si prevede (o si è misurato in precedenza) un effetto delle operazioni di svaso, sfangamento o spurgo in termini di uno o più dei seguenti aspetti:

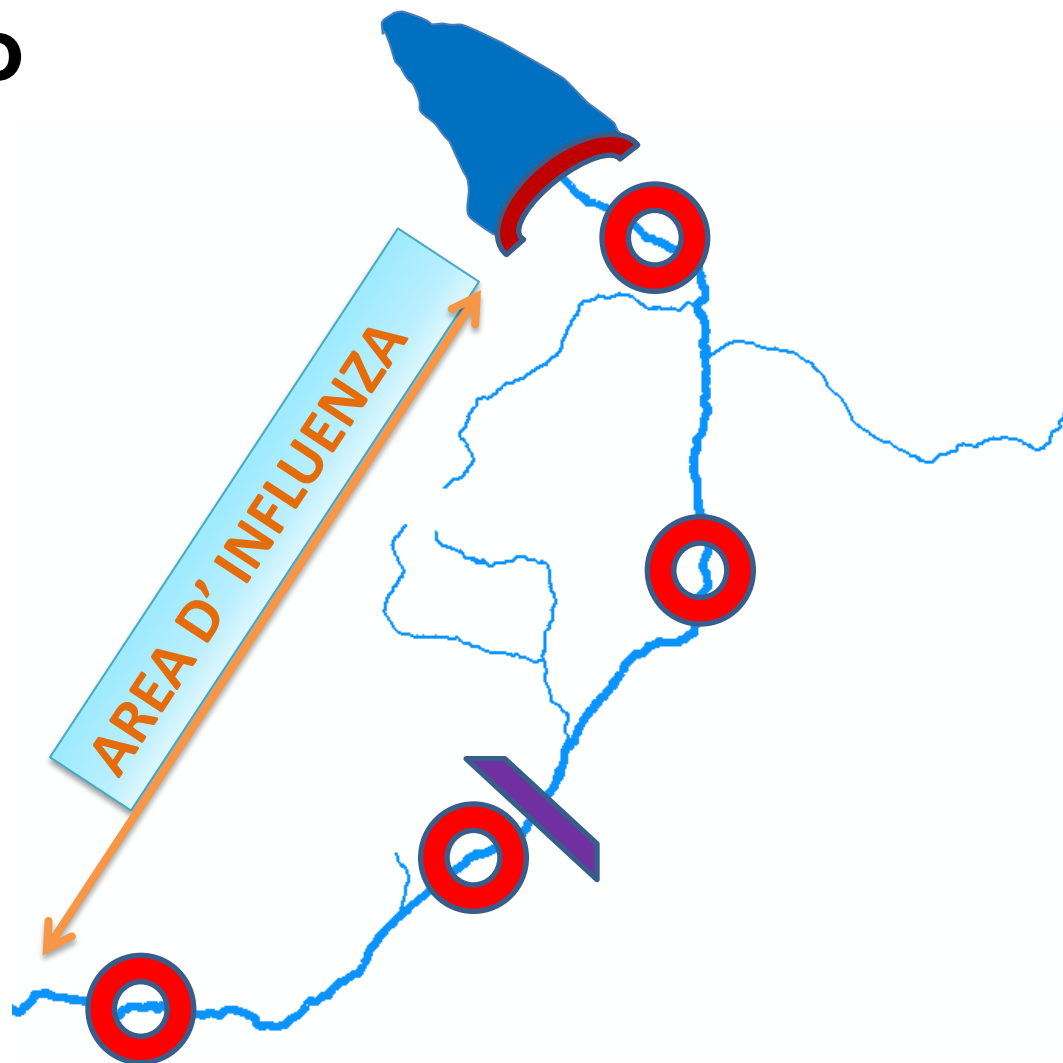
1. modifiche alla qualità delle acque;
2. modifiche alla morfologia del corpo idrico;
3. influenza sugli usi delle acque;
4. effetti sull'ecosistema di valle.



Da Gentili, 2012

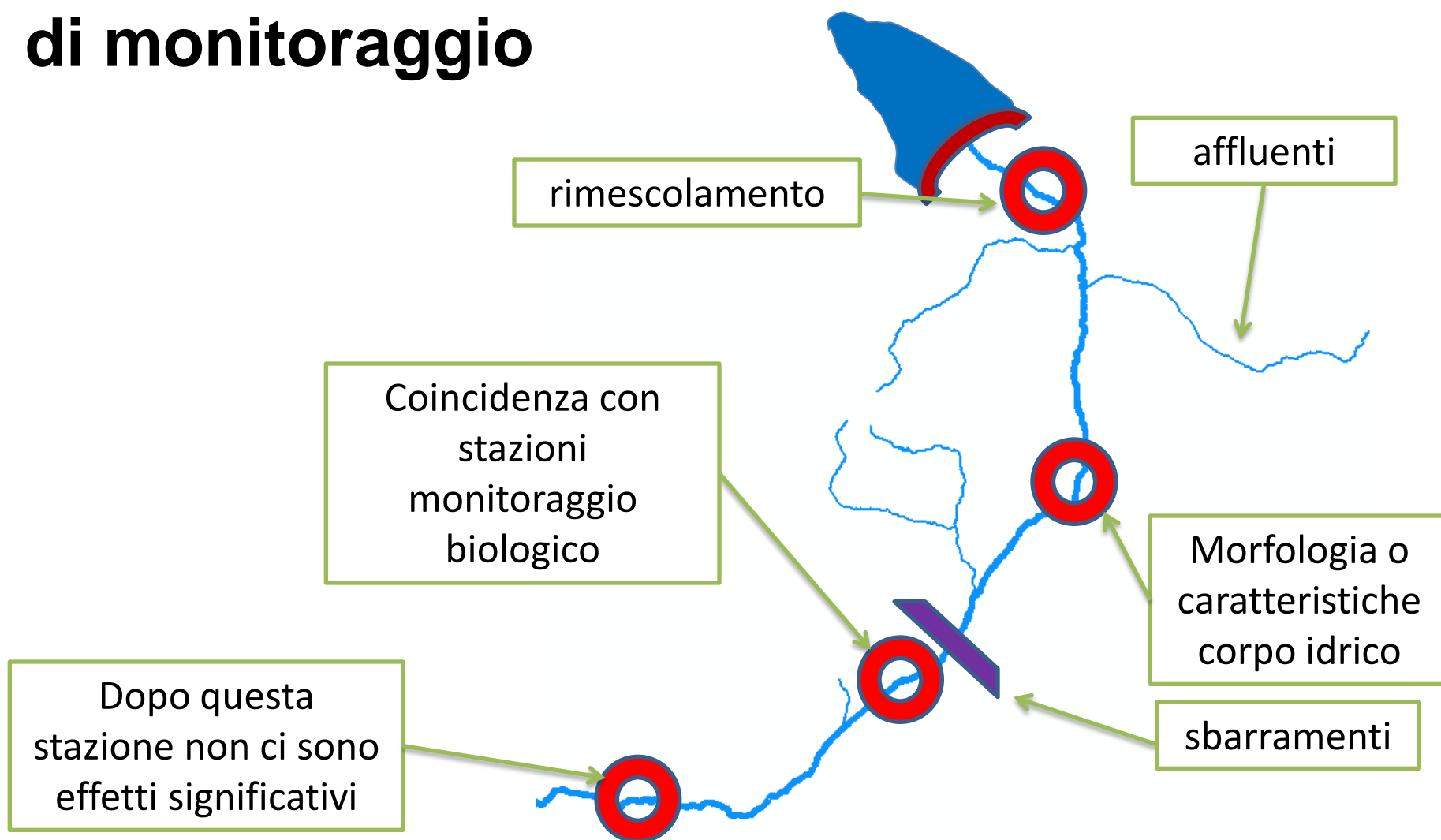
Scelta delle stazioni di monitoraggio

- ✓ Caratteristiche del corpo idrico (qualità, morfologia)
- ✓ Vincoli
- ✓ Caratteristiche delle operazioni e del sedimento da rilasciare a valle



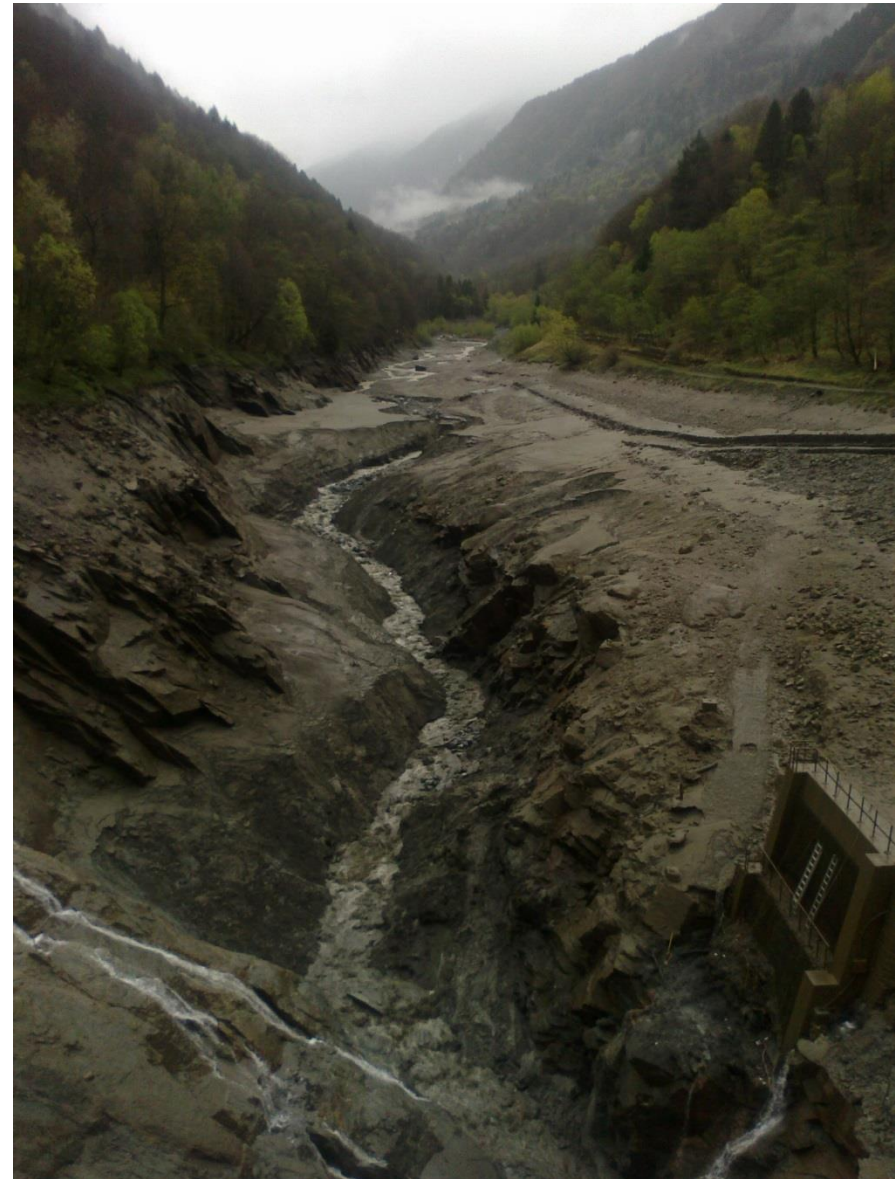
Da: Ceddia, 2012, modificata

Scelta delle stazioni di monitoraggio



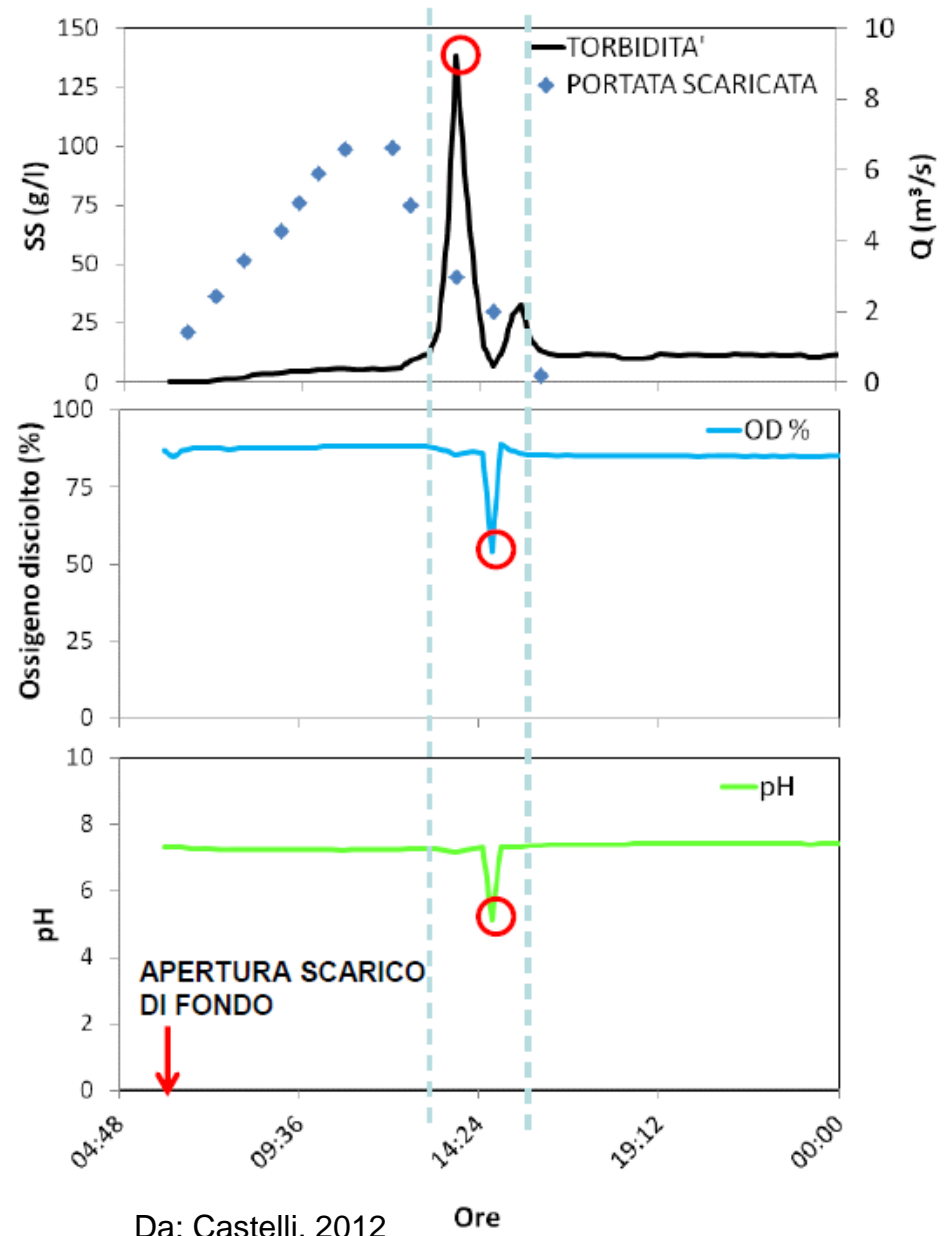
Parametri da monitorare

- Solidi sospesi e sedimentabili e torbidità
- Ossigeno disciolto
- Parametri chimico-fisici di base:
 - conducibilità
 - pH
 - temperatura
- Ulteriori parametri chimici opzionali
- Portate
 - rilasciate in alveo direttamente dall'invaso
 - immesse in alveo a fini di diluizione
 - transistanti alle sezioni di monitoraggio.



Variazione dei parametri di monitoraggio

Frequenze differenti a seconda delle fasi operative e delle caratteristiche delle operazioni



Da: Castelli, 2012

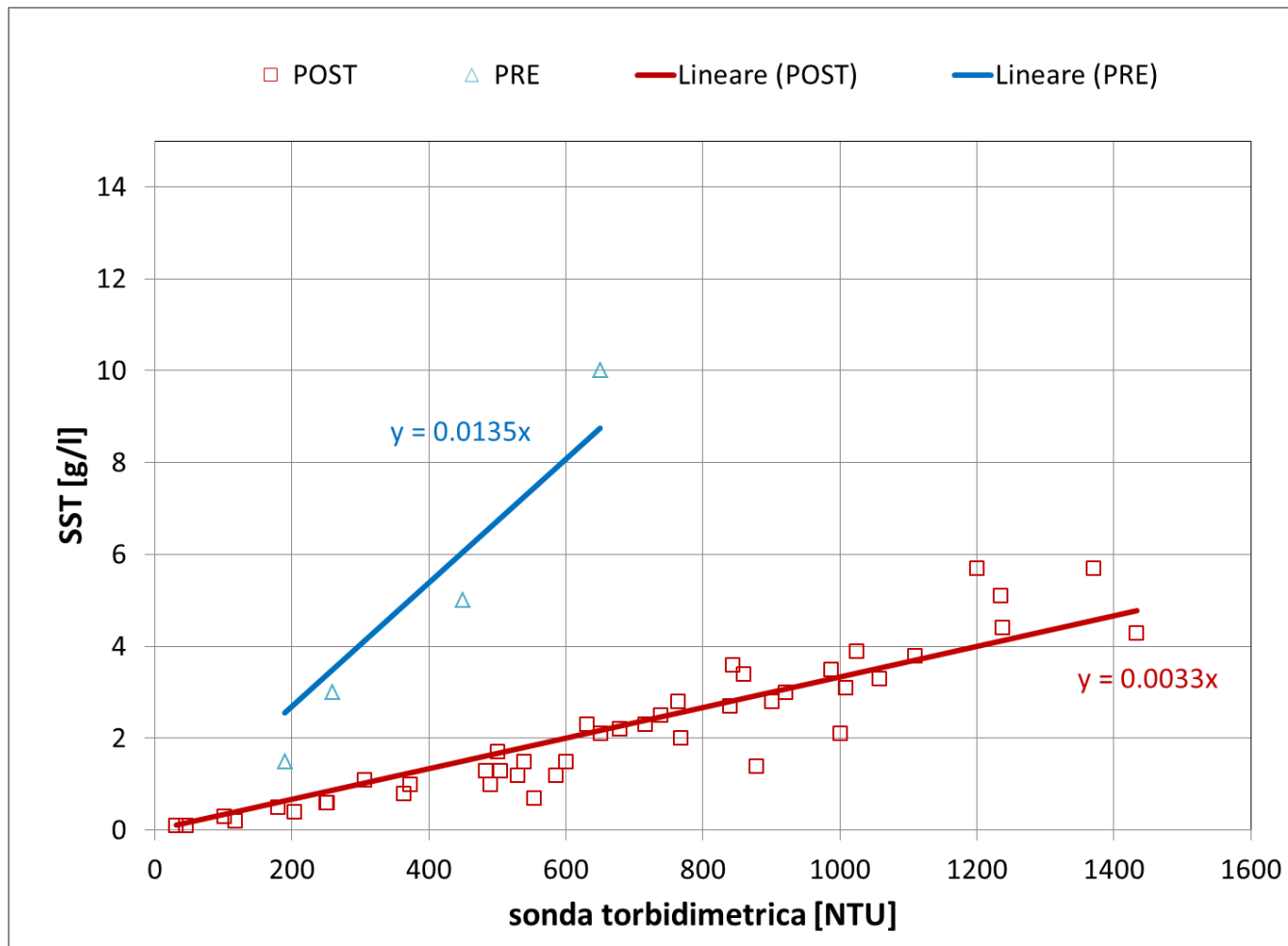
Ore

Parametro	Modalità di misura	Unità di misura	Stazione / Sezione	Intervallo di misura/campionamento
Portata	Portata turbinata in centrale	m ³ /s	invaso	continuo
	Variazioni di livello di invaso e curve di invaso (indiretta)	m ³ /s	invaso	continuo
	Sezioni strumentate	m ³ /s	sezioni corpi idrici	continuo
	Strumentazione portatile	m ³ /s	sezioni corpi idrici	Spot (se applicabile)
Torbidità e concentrazione dei Solidi Sospesi e sedimentabili	Sonda torbidimetrica	NTU	Tutte le stazioni individuate	continuo
		g/L		
	Cono Imhoff	mL/L	Tutte le stazioni individuate	30 minuti
	Metodo gravimetrico	g/L	Tutte le stazioni individuate	Valutazioni caso per caso
Ossigeno disciolto	Strumentazione portatile e/o fissa	mg/L O ₂	sempre nella prima stazione a valle dello sbarramento; valutazioni caso per caso per le successive	continuo
		% O ₂		
Conducibilità	Strumentazione portatile e/o fissa	μS/cm a 20°C		
pH	Strumentazione portatile e/o fissa	Unità di pH		
Temperatura	Strumentazione portatile e/o fissa	°C		

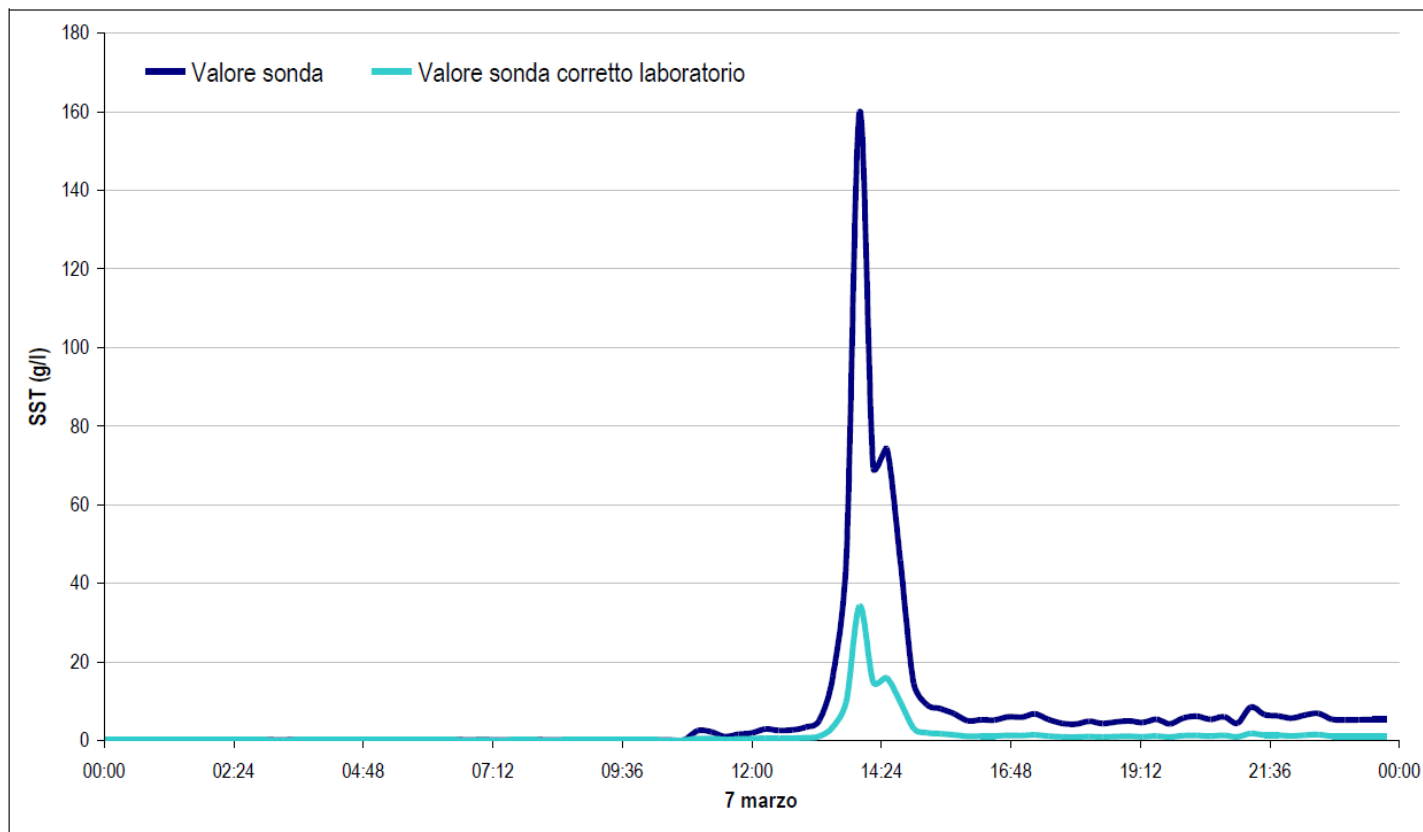
Parametro	Modalità di misura	Unità di misura	Stazione / Sezione	Intervallo di misura/campionamento
Portata	Portata turbinata in centrale	m ³ /s	invaso	continuo
	Variazioni di livello di invaso e curve di invaso (indiretta)	m ³ /s	invaso	continuo
	Sezioni strumentate	m ³ /s	sezioni corpi idrici	continuo
	Strumentazione portatile	m ³ /s	sezioni corpi idrici	Spot (se applicabile)
Torbidità e concentrazione dei Solidi Sospesi e sedimentabili	Sonda torbidimetrica	NTU	Tutte le stazioni individuate	continuo
	Metodo gravimetrico	g/L	Tutte le stazioni individuate	Spot
			Tutte le stazioni individuate	Valutazioni caso per caso
Ossigeno disciolto	Strumentazione portatile e/o fissa	mg/L O ₂ % O ₂	sempre nella prima stazione a valle dello sbarramento; valutazioni caso per caso per le successive	continuo
Conducibilità	Strumentazione portatile e/o fissa	µS/cm a 20°C		
pH	Strumentazione portatile e/o fissa	Unità di pH		
Temperatura	Strumentazione portatile e/o fissa	°C		

SOLIDI SOSPESI:
integrazione dei 3 metodi
corretta calibrazione della strumentazione
corretta metodica di analisi in laboratorio

Solidi sospesi: calibrazione della strumentazione



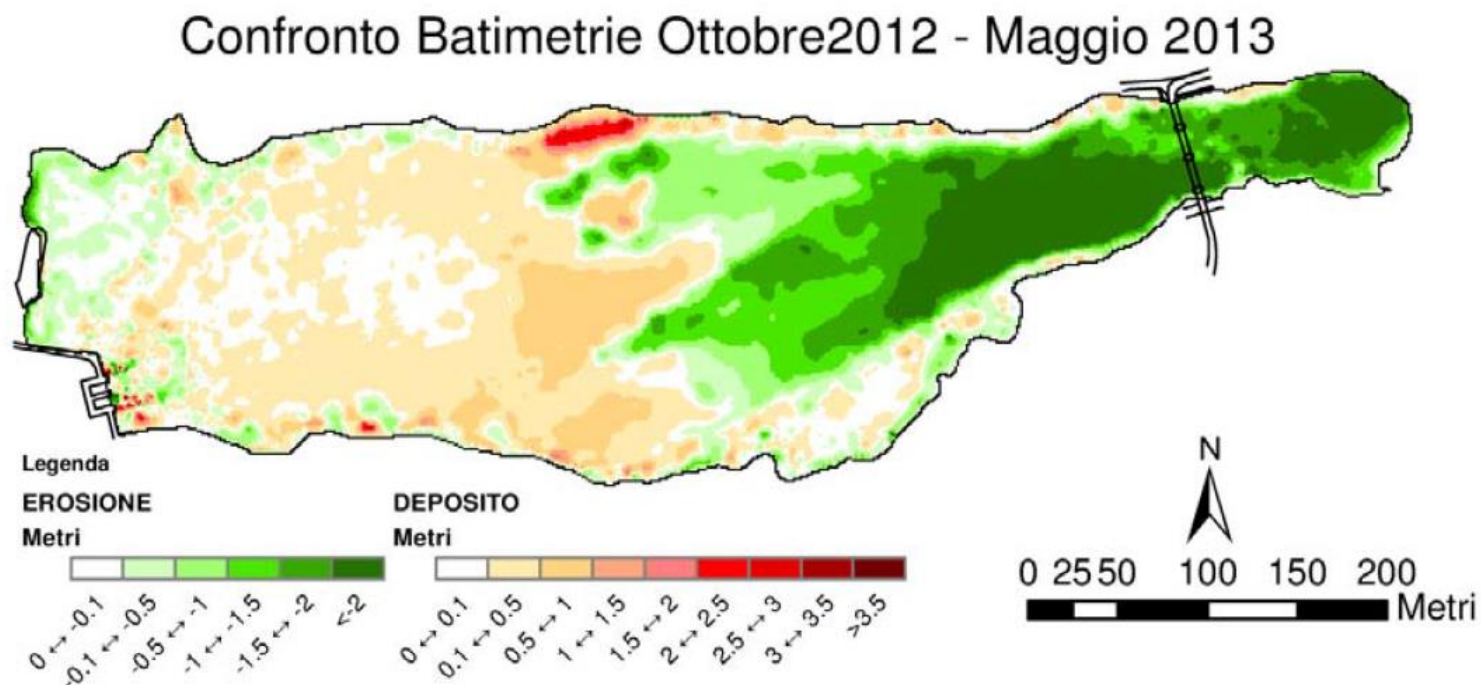
Solidi sospesi: importanza della validazione in laboratorio



DA: ENEL Produzione, GRAIA Srl, 2011

Monitorare prima e dopo le operazioni

Calcolare i volumi di sedimento fuoriusciti dall'invaso

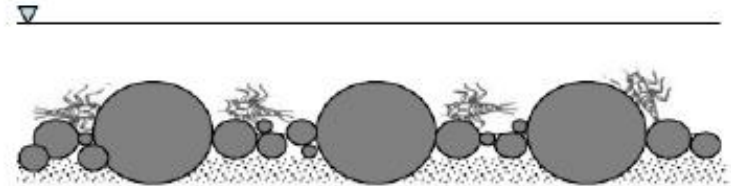


Da: Edipower, GRAIA Srl, 2014

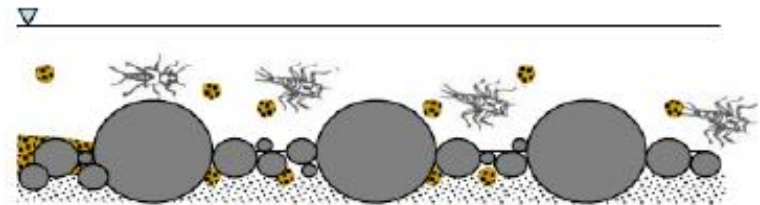
Monitorare prima e dopo le operazioni

Misurare gli
effetti ecologici
nell'area di
influenza

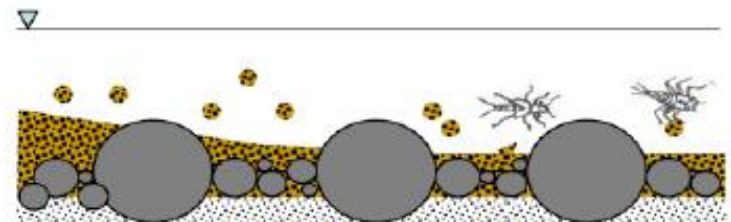
a Pre-flushing



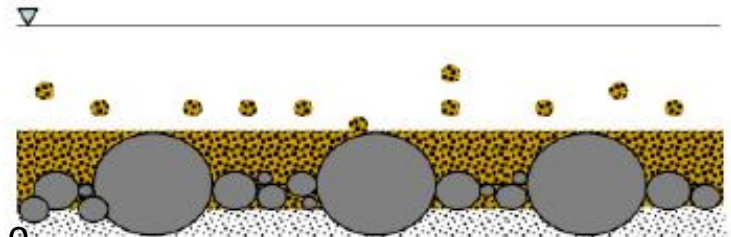
b Arriving first
bed load pulse



c Accumulation of
sediment



d Veneer deposition
on substrate



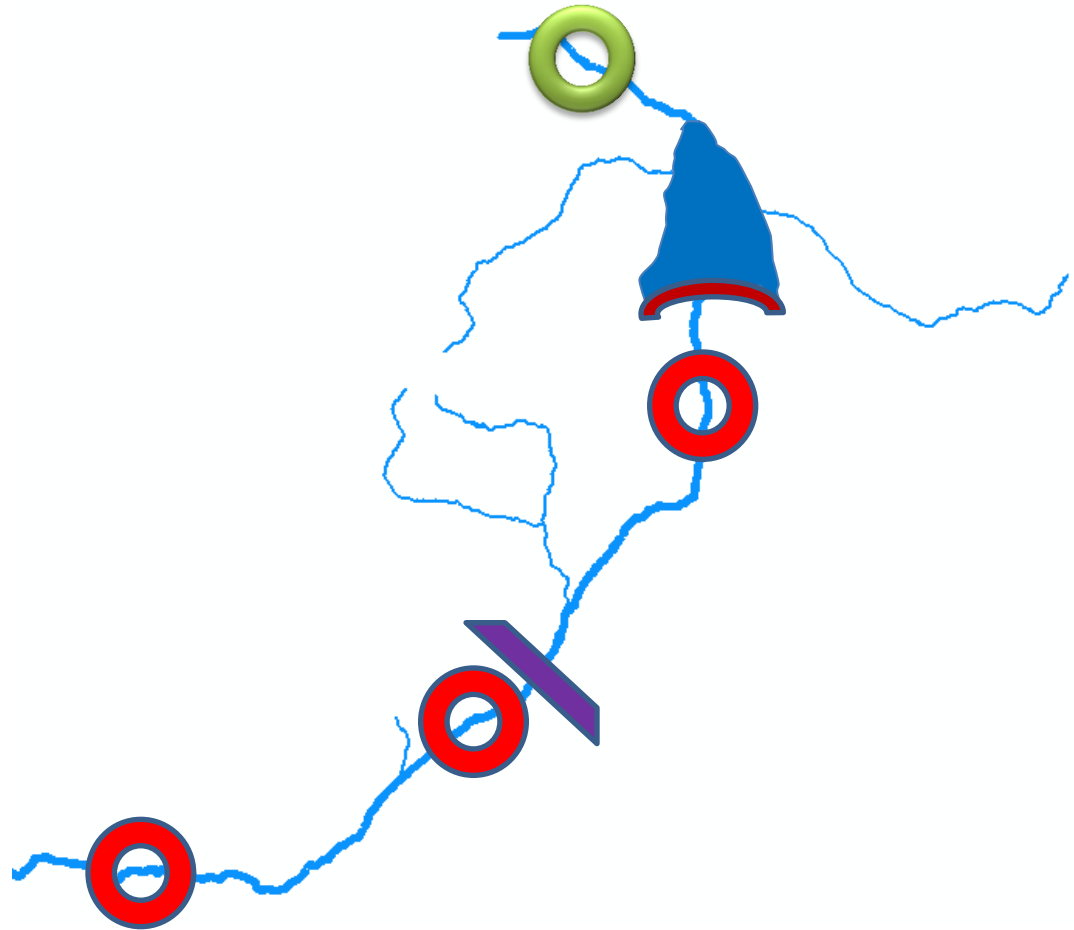
Da: Gomi et al, 2010

Scelta delle stazioni di monitoraggio

Possibilmente, in coincidenza o prossimità delle stazioni di monitoraggio chimico-fisico

Preferibilmente coincidenti con le stazioni della rete di monitoraggio regionale

Se possibile, stazioni di riferimento in tratti imperturbati



Parametri da monitorare

Parametri obbligatori

- macroinvertebrati bentonici;
- fauna ittica;
- morfologia dell'alveo;
- parametri chimico-fisici a sostegno per la valutazione della qualità delle acque.

Parametri opzionali

- Altri descrittori biologici, ad esempio:
 - Diatomee
 - Macrofite
- Caratteristiche chimico fisiche ed ecotossicologiche dei sedimenti nei corpi idrici a valle dell'invaso

Quando?

- Entro un mese prima delle operazioni
- Entro un mese dopo
- Campionamenti successivi, stagionali (a seconda del parametro)
- Un anno dopo le operazioni

Fauna Ittica

- **Campionamenti quantitativi o semi quantitativi che permettano di stimare composizione, densità, biomassa e struttura in classi di età delle specie più significative.**
- **Possono essere previste campagne specifiche per valutare gli effetti delle operazioni sulla riproduzione naturale delle specie di maggiore interesse.**

Morfologia

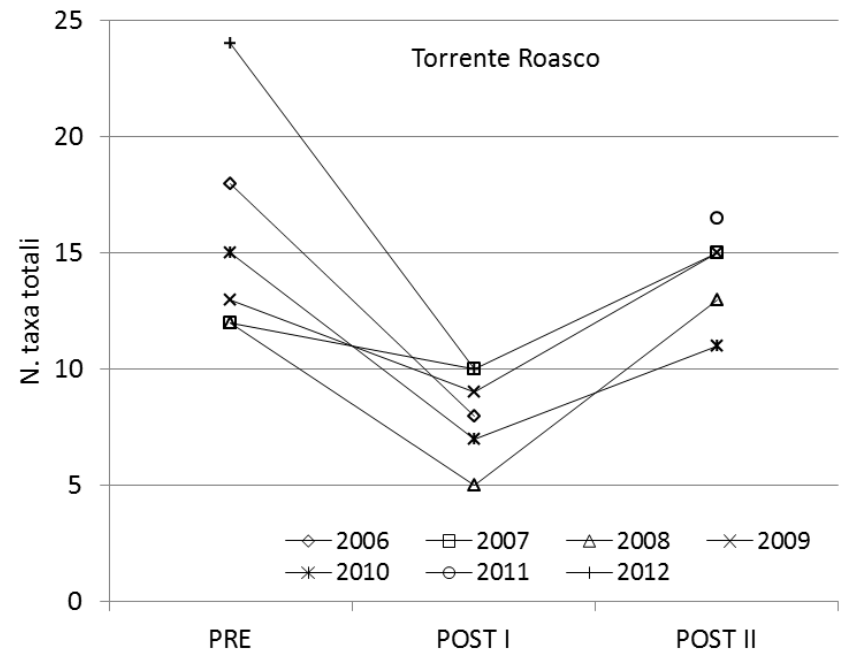
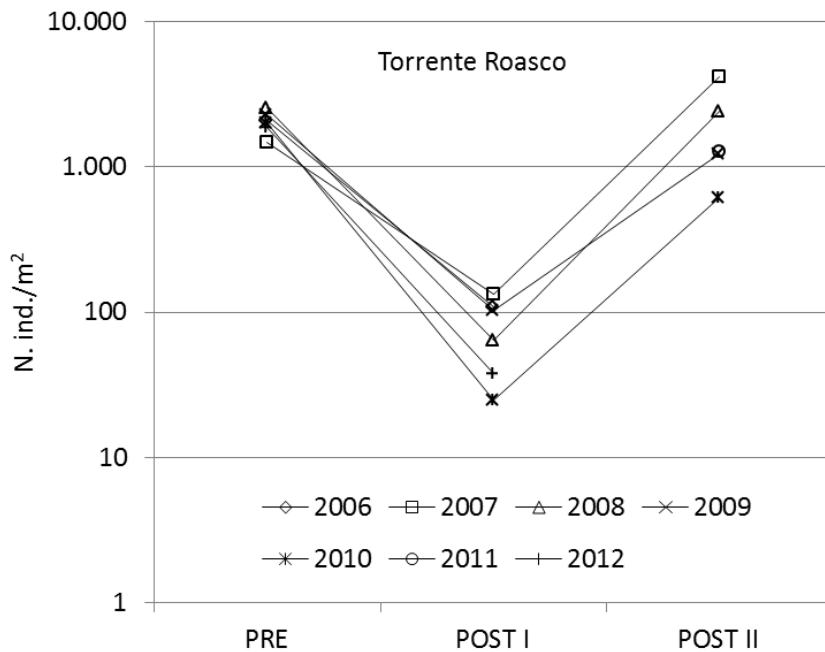
Metodi qualitativi o quantitativi che consentano di misurare

- **le modificazioni del fondo alveo**
- **le alterazioni del substrato**
- **le alterazioni dell'habitat disponibile per le specie ittiche.**

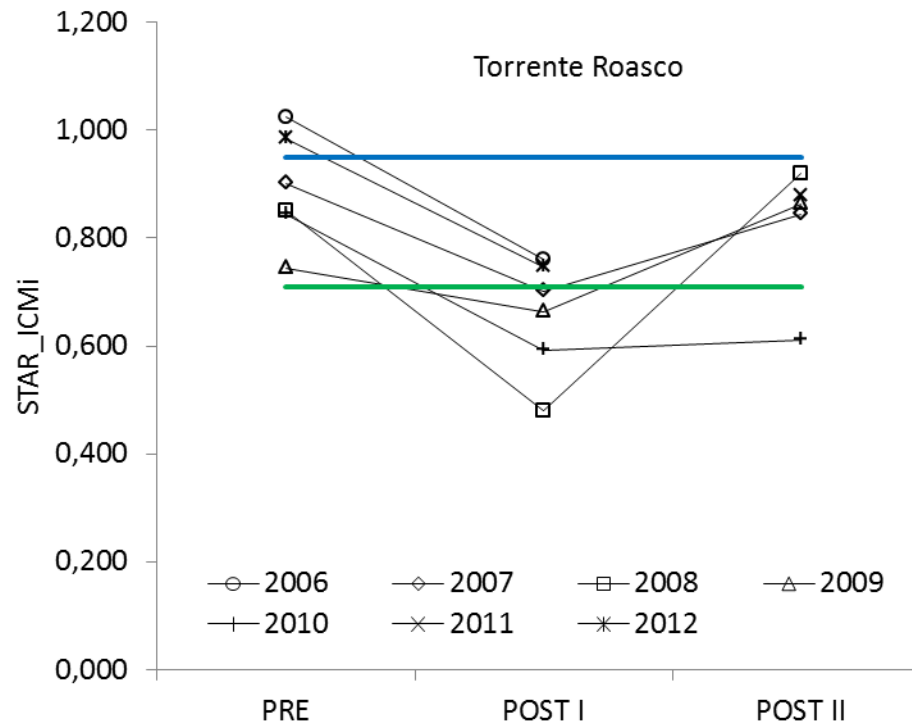
Macrobenthos

- **Valutazione dello stato ecologico secondo le metodiche ufficiali**
- **Campionamenti quantitativi per stimare densità, ricchezza e abbondanza dei *taxa***
- **Particolare attenzione sull'influenza della variabilità stagionale dei popolamenti**
- **Se possibile, caratterizzazione della comunità presente prima dell'avvio delle operazioni o in un tratto imperturbato**

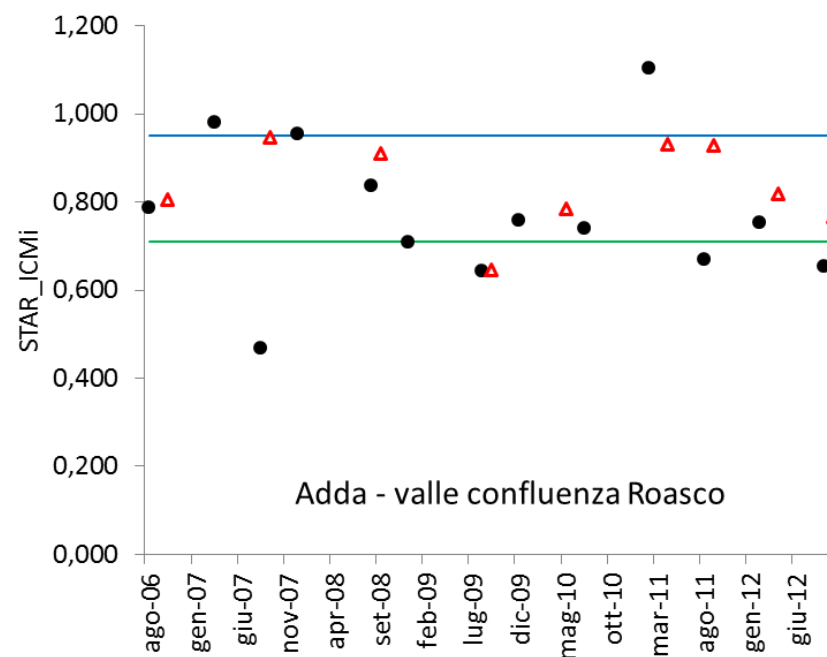
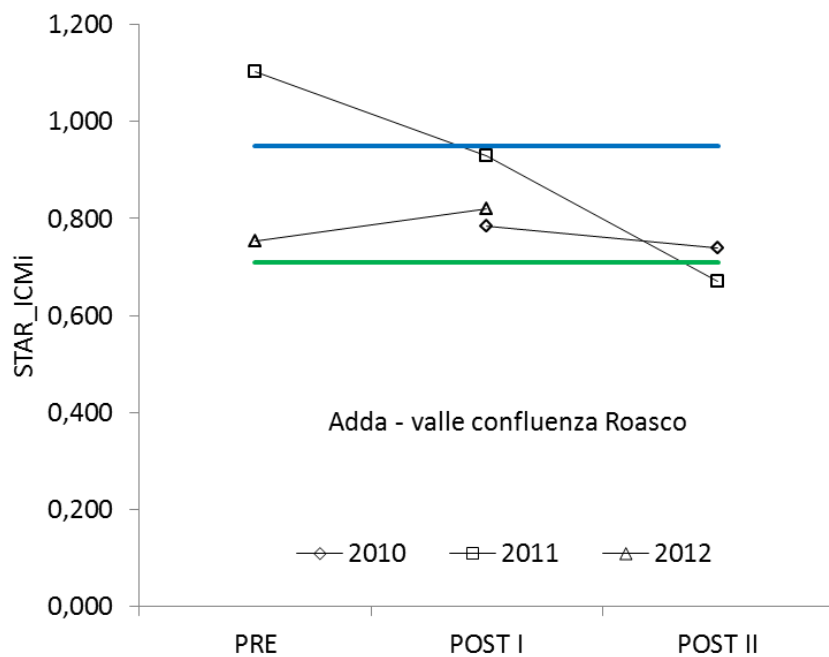
Effetti sulla densità e sul numero di taxa di macroinvertebrati: stazione a valle della diga



Effetti sull'indice STAR_ICMi: stazione a valle della diga



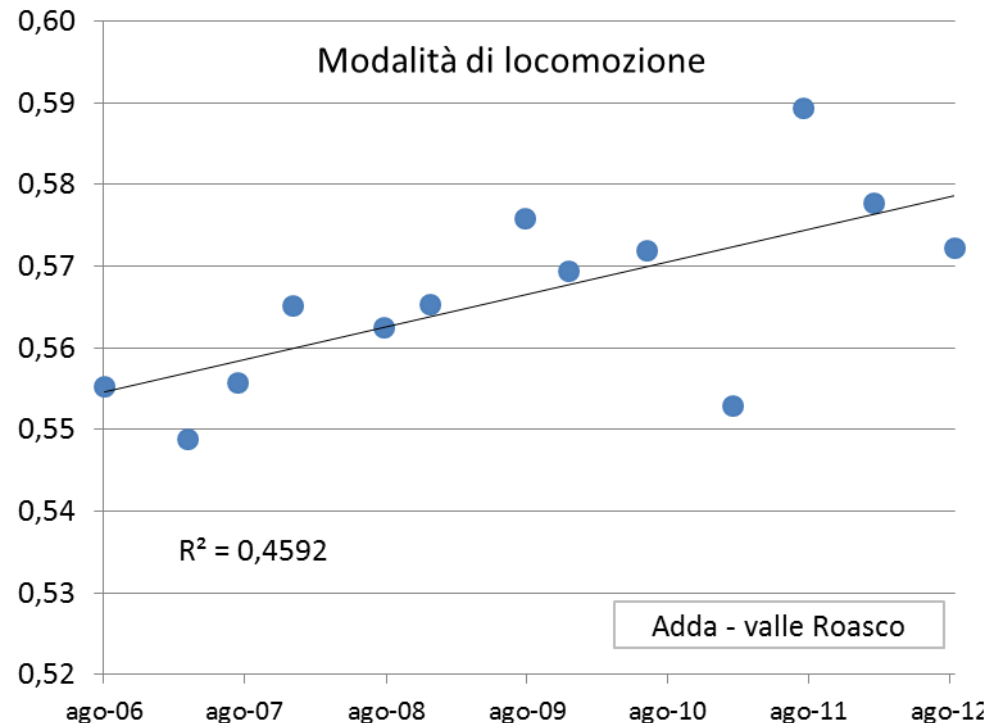
Effetti su stazioni nell'area di influenza (STAR_ICMi)



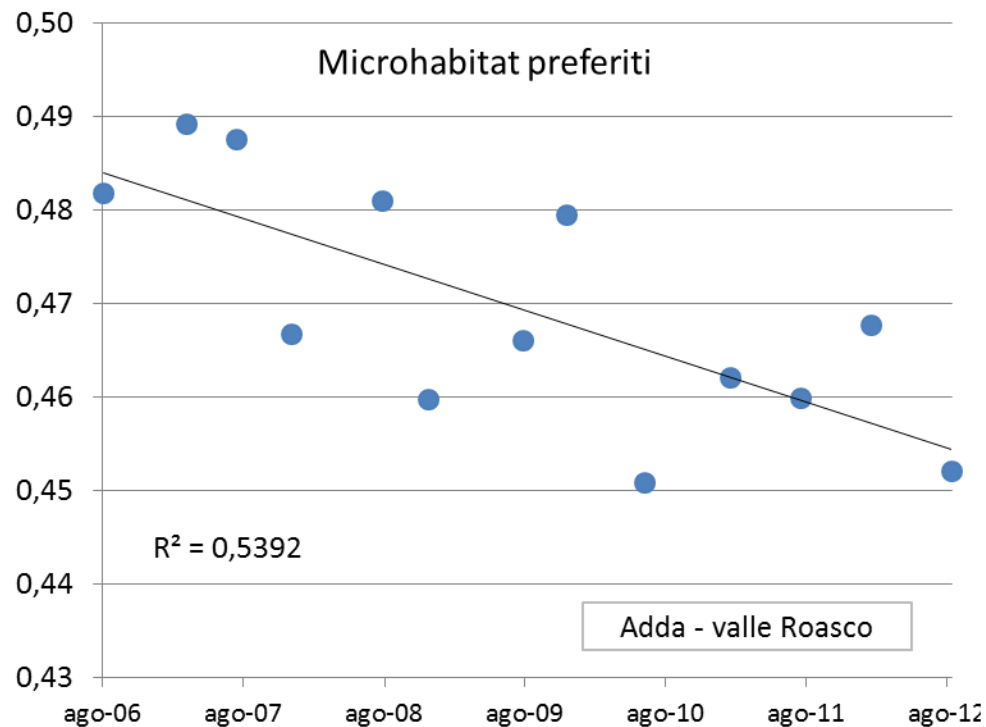
Come valutare gli effetti a lungo termine su stazioni nell'area di influenza?

Sono stati considerati 11 tratti biologici e 11 tratti ecologici codificati da Tachet *et al.* (2010)

Si osserva il passaggio da una comunità in cui tendono a prevalere organismi che si muovono sul substrato verso una comunità in cui tendono a prevalere organismi che si infossano nel substrato



Parallelamente si osserva la tendenza all'affermazione di organismi che prediligono i substrati sabbiosi rispetto a quelli limosi.



Indici impatto-specifici

L'indice PSI (Proportion of Sediment-sensitive Invertebrates), basato sulla sensibilità dei taxa macrobentonici alla presenza di sedimento, è un descrittore dell'entità della presenza di sedimento fine nell'alveo (Extence *et al.*, 2011).

$$\text{PSI}(\Psi) = \frac{\sum \text{Scores for Sediment Sensitivity Groups A \& B}}{\sum \text{Scores for all Sediment Sensitivity Groups A; B; C \& D}} \times 100$$

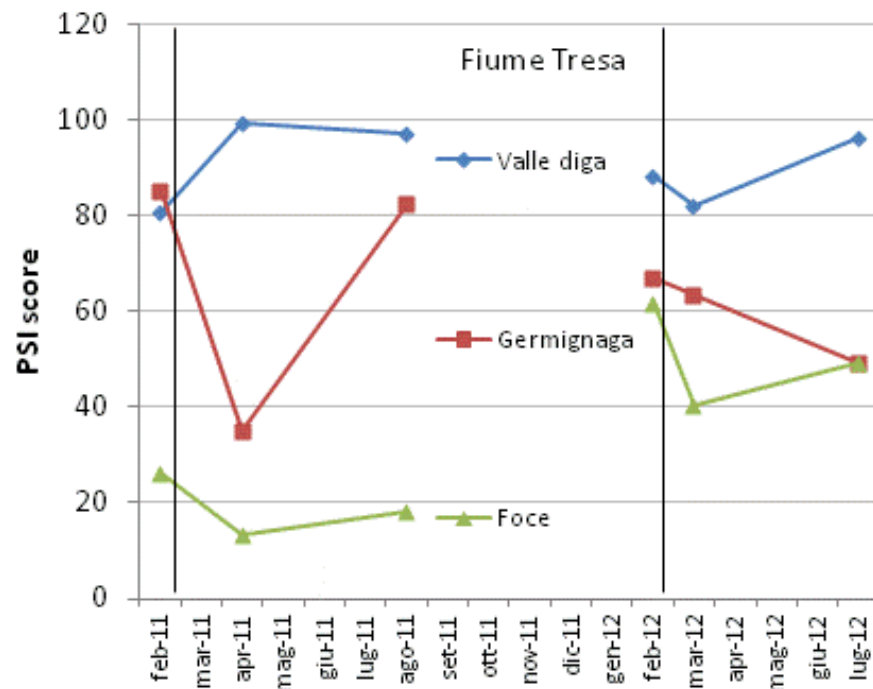
Table II. Interpretation of PSI scores

PSI	River bed condition
81–100	Minimally sedimented/unsedimented
61–80	Slightly sedimented
41–60	Moderately sedimented
21–40	Sedimented
0–20	Heavily sedimented

Nella prima stazione a valle della diga l'indice PSI non subisce variazioni significative dopo la fluitazione.

Nelle due successive stazioni, dove i fenomeni di deposizione sono più accentuati, si osserva un calo dell'indice PSI verso condizioni dell'alveo definite "*sedimented*" (PSI<40) e "*heavily sedimented*" (PSI<20).

Dopo 4-5 mesi l'indice di norma tende a riassumere i valori pre-svaso.



Conclusioni / 1

- Nelle stazioni immediatamente a valle degli sbarramenti, in assenza di altre cause di impatto, gli effetti a breve termine sui macroinvertebrati sono evidenti
- Per gli effetti a lungo termine, è necessario individuare metriche impatto specifiche

Conclusioni / 2

- La compatibilità del progetto di gestione con la tutela dei corpi idrici non può essere garantita senza una valutazione dell'entità e della durata degli effetti delle operazioni
- Una corretta valutazione può essere effettuata solo sulla base di un corretto piano di monitoraggio
- Il monitoraggio è stato costruito sulla base di esperienze dirette sul campo, ma c'è ancora molto da approfondire....

Ad esempio....

- Indici impatto specifici
- Caratterizzazione sedimenti
- Monitoraggio delle operazioni eseguite durante le piene
- Approfondimenti sulle operazioni ripetute annualmente
- ... in futuro... altre comunità biologiche da monitorare?

GRAZIE!



Alcune immagini tratte da:

- Interventi di Castelli E., Ceddia M., Bravi C., Gentili G., nell'ambito del corso di formazione «I progetti di gestione degli invasi» (Regione Lombardia, Eupolis, 2012).
- Gomi T., Kobayashi S., Negishi J., Imaizumi F., *Short-term responses of macroinvertebrate drift following experimental sediment flushing in a Japanese headwater channel*, Landscape Ecol Eng (2010) 6:257–270
- Progetti di gestione e relazioni tecniche post svaso delle dighe di: Creva (Enel Produzione SpA), Villa di Chiavenna (Edipower SpA)

Grafici relativi agli effetti delle operazioni sulla fauna macrobentonica: elaborazioni ARPA Lombardia su dati GRAIA Srl.